

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – 118 с.: ил. – Библиогр.: с. 116-118.. – ISBN 978-5-4387-0700-4

2. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200124585>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 06.10.19)

3. Регулирование технологического процесса обработки детали путем применения контрольных карт Шухарта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22904117>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 06.10.19).

4. Метод контрольных карт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://study.urfu.ru/Aid/Publication/12279/2/Solonin.pdf#1>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 06.10.19).

5. Плотникова И. В., Редько Л. А. Статистические методы и анализ проблем управления качеством // Стандарты и качество. – 2017. – № 3. – С. 37-43.

УДК 62-752.2; 62-752.8

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ГАШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Рябчевская Светлана Сергеевна, Мухаметжанов Сергей Александрович, Баранова
Виктория Денисовна, Сун Шичэнь,*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: ssr9@tpu.ru*

RESEARCH OF OSCILLATION DAMPING DEVICES OF TECHNICAL SYSTEMS

*Ryabchevskaya Svetlana Sergeevna, Mukhametzhanov Sergej Aleksandrovich, Baranova
Viktoriya Denisovna, Sun SHichehn'*

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: Статья посвящена краткому обзору устройств гашения колебаний технических систем. В процессе исследований рассмотрены достоинства и недостатки устройств, нашедших широкое применение для демпфирования колебаний. Подробно рассмотрены представители группы амортизаторов на рукавах высокого давления. В результате исследования показана перспективность применения устройств гашения колебаний на рукавах высокого давления.

Abstract: The article is concerned with a brief review of the devices for damping oscillations of technical systems. During the research, the advantages and disadvantages of devices that are widely used for oscillation damping are examined. A group of shock absorbers on high-pressure hoses are examined in detail. In the result of research the future for the oscillation damping devices on high-pressure hoses is shown.

Ключевые слова: техническая система, гашение колебаний, амортизаторы, рукава высокого давления.

Keywords: technical system, oscillation damping, shock-absorbers, high-pressure hose.

Стремительное развитие технических устройств, в частности технологического оборудования, привело к значительному расширению диапазонов рабочих параметров, например, скоростей перемещения рабочих органов. Это приводит к тому, вероятность

совпадения собственных частот технических систем с частотами возбуждения возрастает. Данные режимы представляют наибольшую опасность для работы оборудования, так как нагрузка на детали и узлы оборудования резко возрастает. Последний фактор приводит к интенсивному усталостному разрушению.

Решение задач по виброзащите технических систем и ее элементов всегда было актуальным. Самым распространенным способом защиты оборудования от вибрации является применение упругих амортизаторов [1–7]. Не смотря на большое разнообразие существующих устройств амортизации, работа по созданию новых защитных устройств, с лучшими параметрами до сих пор ведется.

Еще одной актуальной задачей является гашение ударных и вибрационных нагрузок от работающего технологического оборудования (прессы, молоты), которые воздействуют на основание фундамента, разрушая его, и технологическое оборудование, находящееся в соседних помещениях.

Одним из значительных недостатков существующих методов установок оборудования на виброгасящие основания являются большие затраты времени на изготовление фундаментов. В связи с этим широко применяются упругие виброизолирующих опорах, которые помимо удешевления установки снижает уровень вибрации и шума [8–11].

Другой способ – применение прокладок резиновых или пластмассовых, пружин цилиндрических, рессор, их сочетание, а также гидравлические и пневматические виброизоляторы.

Пружины и рессоры долговечнее прокладок при работе в агрессивных средах.

Комбинированные виброизоляторы нашли применение благодаря хорошему демпфированию высокочастотных колебаний, чего не могут сделать цилиндрические.

В Томском политехническом университете развивается направление разработки амортизаторов на рукавах высокого давления – гибких трубопроводов для транспортировки рабочих жидкостей.

В состав гидравлических приводов данные рукава входят в виде предварительно поджатых на требуемую величину x_0 , при обозначении текущей координаты перемещения x (см. рисунок 1).

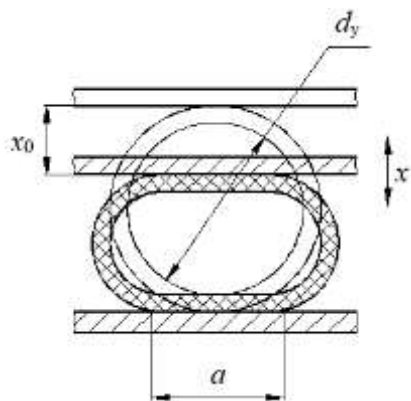


Рисунок 1 – Схема поджатого рукава

Рассмотрим примеры конструкций гидропневматических амортизаторов [12, 13].

На рисунке 2 показаны два примера виброизолирующего фундамента.

Технологическое оборудование устанавливается на вертикально перемещающуюся в направляющих 2 массу 1, базированной на рукавах высокого давления 3. Рукава высокого давления 3, заполненные рабочей жидкостью, соединены магистральным трубопроводом 5 с виброгасителем. В конструкцию гасителя колебаний входит гидропневмоаккумулятор, обратный клапан 8 для зарядки аккумулятора, предохранительный клапан 9, а также:

- струйный элемент 6 (см. рисунок 2, а);
- дроссель 9 (см. рисунок 2, б).

Принцип действия данных устройств заключается в следующем.

Перед началом работы амортизаторов необходимо установить в системе, а именно в гидропневмоаккумуляторе 7 и рукавах 3 требуемого давления.

От технологического оборудования на промежуточную массу 1, перемещающуюся в направляющих 2, воздействует сила $F(t)$. Рукава высокого давления 3 деформируются, вытесняя жидкость в гидропневмоаккумулятор 7. Тем самым энергия удара или вибрации уменьшается.

При отсутствии силы $F(t)$, например, при подъеме молота, рабочая жидкость из гидропневмоаккумулятора 7 возвращается через по магистрали 5 в полость сдеформированных рукавов высокого давления.

Применение клапана 9 обусловлено необходимостью защиты системы от перегрузок.

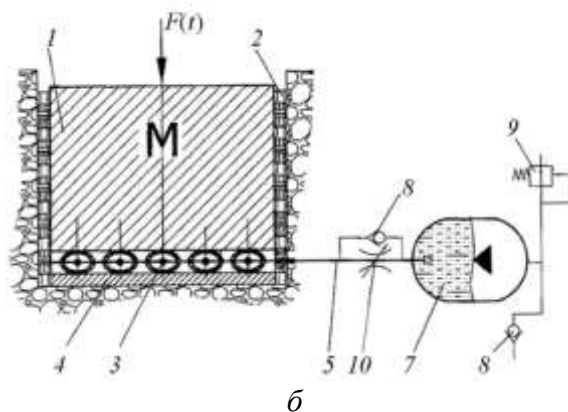
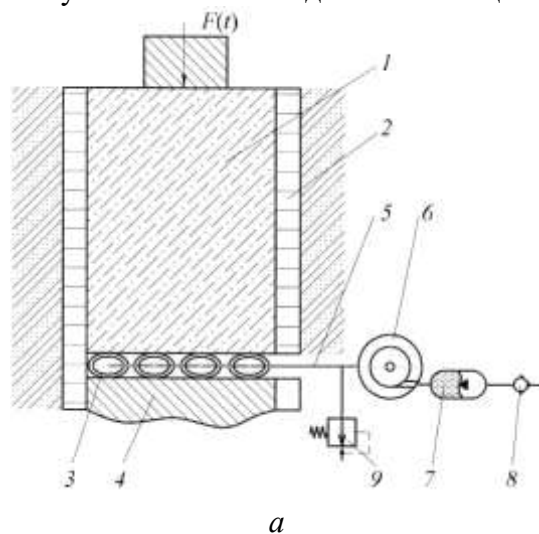


Рисунок 2 – Конструктивная схема виброизолирующего фундамента с гидропневматическим амортизатором и: а – струйным элементом; б – регулируемым дросселем

1 – промежуточная масса; 2 – направляющие; 3 – рукава высокого давления; 4 – основание;
5 – трубопровод; 6 – струйный элемент; 7 – гидропневмоаккумулятор; 8 – обратный клапан; 9 – предохранительный клапан; 10 – дроссель

Достоинства данных фундаментов основано на достоинствах самих рукавов высокого давления:

- высокий уровень эластичности и гибкости за счет современных материалов;
- компактность и простота монтажа;
- высокая прочность и долговечность благодаря высокой стойкости к механическим воздействиям за счет многослойной армированной структуры, что позволяет работать с высоким давлением.

Вывод: перспективна работа в направлении создания виброизолирующих фундаментов на рукавах высокого давления.

Список литературы

1. Gavrilin A., Moyzes B., Zharkevich O. Constructive and processing methods of reducing vibration level of the metalworking machinery elements // *Journal of Vibroengineering*. – 2015. – V. 17 (7). – С. 3495-3504.
2. Gavrilin A.N., Chuprin E.A., Moyzes B.B., Halabuzar E.A. Land-based sources of seismic signals // *Proceedings of 2014 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS, 2014*, 6986947. DOI: 10.1109/MEACS.2014.6986947.
3. Nizhegorodov A., Gavrilin A., Moyzes B., Ditenberg I., Zharkevich O., Zhetessova G., Muravyov O., Bets M. Stand for dynamic tests of technical products in the mode of amplitude-frequency modulation with hydrostatic vibratory drive // *Journal of Vibroengineering*. – 2016. – V. 18 (6). – С. 3734-3742.
4. Nizhegorodov A.I., Gavrilin A.N., Moyzes B.B., Cherkasov A.I., Zharkevich O.M., Zhetessova G.S., Savelyeva N.A. Radial-piston pump for drive of test machines // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2018. – V. 289 (1) – 012014. DOI:10.1088/1757-899X/289/1/012014.
5. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б., Черкасов А.И. Конструктивные методы повышения виброустойчивости металлорежущего оборудования // *Контроль. Диагностика*. – 2013. – № 13. – С. 82-87.
6. Гаврилин А.Н., Рожков П.С., Ангаткина О.О., Мойзес Б.Б. Динамический виброгаситель с системой автоматической настройки на частоту колебаний // *Известия Томского политехнического университета*. – 2011. – Т. 318. – № 2. – С. 26-29.
7. Кувшинов К.А., Мойзес Б.Б., Крауиньш П.Я. Импульсно-вибрационный источник сейсмических сигналов // *Известия Томского политехнического университета*. – 2010. – Т. 317. – № 1. – С. 77-81.
8. Болатбекова Д.Г., Плотникова И.В., Есенбаев С.Х. аутсорсинг как инструмент повышения эффективности работы измерительных приборов // *Труды Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации»*; Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2019. – С. 183-185
9. Plotnikova I.V., Chicherina N.V., Stepanov A.B. Mathematic modeling of the method of measurement relative dielectric permeability// *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018. –V. 363 (1) 012006. DOI: 10.1088/1757-899X/363/1/012006
10. Гольдштейн А.Е., Вавилова Г.В. Технологический контроль погонной емкости электрического кабеля в условиях значительных изменений солености воды. // *Контроль. Диагностика*. –2013. –№ 9. – С. 57-60.
11. Мазиков С.В., Вавилова Г.В. Метрологическое обеспечение измерителя емкости САР-10.1 // *Ползуновский вестник*. – 2016. – № 2. – С. 65-68.
12. Пат. 2298122 Российская Федерация, МПК7 F 16 F 15/023. Гидропневматический амортизатор / Крауиньш П.Я., Смайлов С.А., Мойзес Б.Б., Воронько И.В., Супрунов А.Ю., Кувшинов К.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Томский политехнический университет. – № 2005137254/11; заявл. 30.11.05; опубл. 27.04.2007, Бюл. №12. – 5 с.: ил.

13. Пат. 2340811 Российская Федерация, МПК7 F 16 F 15/023. Гидропневматический амортизатор с безинерционным гасителем / Крауиньш П.Я., Смайлов С.А., Иоппа А.В., Кувшинов К.А., Супрунов А.Ю., Дерюшева В.Н.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Томский политехнический университет. – № 2007121275/11; заявл. 06.06.07; опубл. 10.12.2008, Бюл. №34. – 5 с.: ил.

УДК 62-752.2; 62-752.8

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГАШЕНИЯ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ

Рябчевская Светлана Сергеевна, Мухаметжанов Сергей Александрович, Баранова Виктория Денисовна, Сун Шичэнь,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: ssr9@tpu.ru

DEVELOPMENT OF A STAND FOR RESEARCH OF THE DAMPING PROCESS OF IMPACT LOAD

Ryabchevskaya Svetlana Sergeevna, Mukhametzhonov Sergej Aleksandrovich, Baranova Viktoriya Denisovna, Sun SHichehn'

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: Статья посвящена вопросам разработки стенда для исследования процессов гашения ударной нагрузки. Стенд создан на основе гидравлического привода и рабочего органа на рукавах высокого давления. Приедены формулы, описывающие работу привода и позволяющие рассчитать частоту ударной нагрузки. Проведены первичные испытания на работоспособность привода, при которых велась регистрация ударной нагрузки.

Abstract: The article reviews the development of a stand for research of the damping process of impact load. The stand was developed on the basis of a hydraulic drive and an operating body on high pressure hoses. Formulas that describe the operation of the drive and calculate the frequency of the impact load are given. Initial drive operability tests were carried out. During testing the impact load was recorded.

Ключевые слова: гашение ударной нагрузки, амортизаторы, рукава высокого давления, гидропневмоаккумулятор.

Keywords: damping process of impact load, shock-absorbers, high-pressure hose, hydro-pneumatic accumulator.

В работах [1–9] показана перспективность применения в рабочих органах различных устройств генерации и гашения ударной и вибрационной нагрузки рукавов высокого давления – гибких резиновых трубопроводов с армированной металлической оплеткой, отличающихся простотой монтажа, способностью работать при больших значениях давления в них, гибкостью, прочностью и долговечностью.

На базе лаборатории гидропневоавтоматики Томского политехнического университета создан стенд, основными элементами которого стали:

- гидравлический привод [10] на основе аксиально-поршневого регулируемого насоса, приводящего в движение выходной вал аксиально-поршневого гидромотора;
- эксцентриковый механизм, получающий вращение от выходного вала аксиально-поршневого гидромотора;